



Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria delle Telecomunicazioni
COMUNICAZIONI DIGITALI - Prova scritta d'esame del 15/09/16

1) Il ricevitore di un collegamento wireless BPSK con simboli indipendenti ed equiprobabili ha N rami in diversità. La variabile in uscita dall' n -esimo demodulatore coerente a filtro adattato all'istante di tempo k -esimo è

$$x_n(k) = r_n c(k) + w_n(k)$$

dove $w_n(k)$ Gaussianne indipendenti a media nulla e varianza $2N_0$. La variabile di decisione finale sul simbolo BPSK $c(k)$ è ottenuta semplicemente ricavando:

$$z(k) = \sum_{n=1}^N r_n x_n(k)$$

Calcolare la probabilità di errore in funzione del rapporto E_s/N_0 , nell'ipotesi in cui i coefficienti r_n siano variabili aleatorie indipendenti che assumono valori 0 e 1 con probabilità $1-p$ e p .

2) Nel ricevitore di un collegamento dati, il campione di segnale preso all'uscita del filtro di ricezione all'istante $t_k = kT$ ha la seguente forma:

$$x_k = c_k + \frac{1}{4} c_{k-1} - 2c_{k+1}$$

dove c_k è il simbolo QPSK trasmesso al tempo t_k e $w(k)$ è rumore Gaussiano bianco con media nulla e varianza $2\sigma^2$. I campioni così ottenuti sono inviati ad un equalizzatore zero forcing a tre prese $p(-1)$, $p(0)$ e $p(1)$. Dimensionare le prese dell'equalizzatore e calcolare il segnale d'uscita.

3) In un collegamento wireless digitale viene adottata una tecnologia OFDM con $N = 256$ sottoportanti di cui $N_v = 24$ virtuali, costellazione QPSK e codice di canale convoluzionale con tasso $r = 1/2$ e constraint length $K = 7$. Nell'ipotesi in cui la probabilità di errore richiesta sui bit di informazione in uscita dal decodificatore di Viterbi con ingresso soft sia 10^{-3} , determinare l'energia media ricevuta per simbolo OFDM sapendo che il canale di trasmissione introduce solo rumore Gaussiano bianco con densità spettrale di potenza $N_0/2 = 2.28 \cdot 10^{-14}$

V^2/Hz .

4) In una rete cellulare UMTS vi sono due classi di utenti. La prima classe impiega una modulazione QPSK e codici di spreading di lunghezza $M_1 = 256$ mentre la seconda classe utilizza una modulazione 16-QAM con mappatura di Gray e codici con fattore $M_2 = 16$. I bit informativi di entrambe le classi sono protetti dagli errori con un codice a ripetizione con $K = 5$ e decodifica a maggioranza. Il controllo di potenza fa sì che l'energia per simbolo ricevuta della seconda classe sia doppia di quella della prima. Trascurando il rumore termico e supponendo l'interferenza da accesso multiplo Gaussiana, determinare il numero massimo N_2 di utenti ammissibili nella seconda classe, sapendo che il numero di utenti attivi della prima classe è $N_1 = 8$ e che la qualità del servizio richiesta per gli utenti della seconda è $\text{BER} = 10^{-6}$.

Questo stesso testo si può trovare, insieme con gli altri temi d'esame di Comunicazioni Digitali sul sito Internet

<http://www.iet.unipi.it/m.luise/>

[http://www.iet.unipi.it/l.sanguinetti/-](http://www.iet.unipi.it/l.sanguinetti/)